Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 13, No. 5, Dec- Jan 2018, p. 720-729

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 13، شماره 5، آذر - دی 1396، ص. 729-720

اثر پوشش‌های سلوفان و کیتوزان بر ویژگی‌های کیفی و انبارمانی فلفل دلمه‌ای رقم "کالیفرنیا واندر"

میثم محمدی[1]- مهدی صیدی[2*]- اورنگ خادمی[3]

تاریخ دریافت: 1395/03/18
تاریخ پذیرش: 1395/10/27

چکیده

نرم شدن و پلاسیدگی سریع، تغییر رنگ، تغییرات در محتوای متابولیت‌های میوه، ضایعات بالا و کاهش بازارپسندی به دلیل آلودگی‌های قارچی از جمله مشکلات پس از برداشت فلفل دلمه‌ای در انبار می‌باشند. امروزه برای کاستن ضایعات و حفظ کیفیت محصول علاوه بر کاهش دمای انبار، توجه به موادی مانند نوع پوشش در بسته‌بندی ضروری می‌باشد. بنابراین در راستای کاهش ضایعات پس از برداشت فلفل دلمه‌ای در پژوهش حاضر اثر پوشش‌های سلوفان و کیتوزان بر خواص کیفی و بیوشیمیایی فلفل دلمه‌ای رقم"کالیفرنیا واندر" طی مدت 14 و 28 روز انبارمانی در دمای 10 درجه سانتی‌گراد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد با افزایش طول دوره انبارمانی کیفیت میوه‌ها کاهش یافت ولی تیمارها باعث جلوگیری از کاهش وزن، حفظ سفتی، مواد جامد محلول، اسید قابل تیتراسیون، نسبت قند به اسید، اسید آسکوربیک، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، فنل کل و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز نسبت به شاهد شدند. همچنین در بیشتر موارد بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید، ولی میوه‌ها در تیمار سلوفان دارای آلودگی قارچی بیشتر (6/27 درصد) و میزان بازارپسندی (3/88 درصد)، محتوای کاتالاز ($21/81\ U.g^{-1}$) و پراکسیداز ($0/167\ U.g^{-1}$) کمتری نسبت به سایر تیمارها بودند هرچند در مقایسه با شاهد فاقد اختلاف معنی‌داری بودند. به‌طور کلی در بیشتر موارد استفاده توأم سلوفان و کیتوزان بهتر از سایر تیمارها خواص کیفی و بیوشیمیایی فلفل دلمه‌ای را حفظ نمود. لذا استفاده از این تیمار در فرایند پس از برداشت فلفل دلمه‌ای توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: پس از برداشت، پوسیدگی میوه، کالیفرنیا واندر، کیفیت، نرم شدن میوه.

مقدمه

فلفل دلمه‌ای با نام علمی *Capsicum annuum* L. از خانواده Solanaceae می‌باشد (Daneshvar, 2009). از جمله مشکلات پس از برداشت فلفل دلمه‌ای می‌توان به نرم شدن و پلاسیدگی سریع، تغییر رنگ در طی انبارمانی، کاهش سفتی بافت، تغییرات کیفی در متابولیت‌های میوه و آلودگی‌های قارچی که باعث افزایش ضایعات و کاهش بازارپسندی این محصول در انبار می‌شود، اشاره نمود (Xing *et al*., 2011) که این مشکلات باعث کاهش صادرات و جابه جایی این محصول و افزایش ضایعات آن در فرایند پس از برداشت می‌شود (Ramana *et al*., 2011).

میوه‌ها و سبزیجات عموماً پس از برداشت بسیار سریع فاسد می‌شوند و عمر نگهداری آن‌ها بسیار کوتاه است. برخی مواد طبیعی و خوراکی که قابلیت تغییرات بیولوژیکی دارند، برای نگهداری مواد غذایی تازه مثل میوه‌ها و سبزیجات استفاده می‌شوند. یکی از این مواد پلیمر طبیعی کیتوزان است که علاوه بر خوراکی بودن دارای خاصیت ضدمیکروبی نیز می‌باشد (Shahidi *et al*., 1999 and Bourtoom, 2008). کیتوزان یک پلی‌ساکارید کاتیونی است که از فرآیند استیل‌زدایی قلیایی کیتین به‌دست آمده و منابع عمده تولید آن دیواره سلولی قارچ‌ها و پوست خارجی سخت پوستان است (Shahidi *et al*., 1999). در سال‌های اخیر به دلیل مزایا و کاربردهای زیاد کیتوزان در صنایع مختلف، مطالعات زیادی روی آن انجام شده است و معمولاً از کیتوزان برای افزایش عمر ماندگاری میوه‌ها و سبزیجات نیز استفاده می‌شود (Bourtoom, 2008).

کیتوزان به دلیل خاصیت بازدارندگی بر رشد بسیاری از باکتری‌های بیماری‌زا و قارچ‌ها در فیلم‌های ضدمیکروبی و پوشش‌های خوراکی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Rabea Entsar *et al*., 2003). همچنین کیتوزان به‌عنوان یک پوشش طبیعی از طریق حفاظت فیزیکی، مکانیکی و ممانعت‌کنندگی در مقابل نفوذ و انتقال رطوبت و گازها، باعث افزایش ماندگاری و بالا بردن ایمنی

1- دانشجوی دکتری، گروه گیاهان زینتی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.
2- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران
3- استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
(* - نویسنده مسئول: Email: msaidi@ilam.ac.ir)
DOI: 10.22067/ifstrj.v1395i0.56561

محصولات از جمله میوه‌ها می‌شود. کیتوزان در توت فرنگی، خیار و فلفل دلمه‌ای به‌عنوان یک پوشش ضدمیکروبی و در سیب، گلابی و هلو به‌عنوان یک پوشش جهت بستن روزنه‌های سطح میوه و کنترل گازهای تنفسی میوه مورد استفاده قرار گرفته است (Bourtoom, 2008).

اثر تیمار کیتوزان در میوه فلفل دلمه‌ای توسط زینگ و همکاران (2011) گزارش شد. آن‌ها بیان کردند که کیتوزان پوسیدگی و فساد را کاهش داد و اسید آسکوربیک، کلروفیل میوه، فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز را در طول 35 روز انبارمانی نسبت به شاهد در سطح بالاتری حفظ کرد (Xing *et al*., 2011). همچنین گزارشات دیگر نشان می‌دهد که کیتوزان باعث افزایش مقدار ترکیبات فنولیک در میوه‌های گوجه‌فرنگی (Liu *et al*., 2006)، کاهش سفتی، تغییر رنگ، شیوع آلودگی قارچی و جلوگیری از کاهش کیفیت در میوه‌های توت‌فرنگی (Hernandez Monoz *et al*., 2008)، خیار (Ben-shalom *et al*., 2003) و انگور (Mostofi *et al*., 2011) شده است.

رطوبت بالا در انواع محصولات باغی باعث فسادپذیری بیشتر و کاهش انبارمانی آن‌ها می‌شود، که برای کاهش ضایعات و حفظ کیفیت محصول علاوه بر کاهش دمای انبار، توجه به بسته‌بندی ضروری می‌باشد (Ashornejad & Ghasemnejad, 2012). به‌کارگیری پوشش‌های پلاستیکی و تعدیل اتمسفر ظروف بسته‌بندی یکی از راه‌هایی است که از خرابی و پوسیدگی محصولات باغی جلوگیری می‌کند (Nyanjage *et al*., 2005). مهمترین فواید بسته‌بندی شامل کاهش تنفس، کاهش تولید اتیلن و حساسیت به آن، کُندشدن روند نرم شدن میوه و تغییر ترکیبات داخلی میوه است (Antonio *et al*., 1996). یکی از انواع مواد بسته‌بندی پوشش سلوفان است که امروزه برای افزایش عمر انباری بسیاری از محصولات استفاده می‌شود.

نتایج یک تحقیق نشان داد که پوشش سلوفان در هویج باعث جلوگیری از کاهش وزن زیاد و حفظ مواد جامد محلول و سفتی در طول 14 روز انبارمانی شد (Rashidi *et al*., 2009). در گزارش‌های مشابه اثر پوشش سلوفان بر کاهش افت وزن و حفظ اسید آسکوربیک، اسید قابل تیتر و سفتی بافت در میوه‌های پرتقال توسرخ (Ahmad *et al*., 1989) و کاهش افت وزن، تنفس و فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز و حفظ اسیدآسکوربیک و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌های ازگیل ژاپنی (Ding *et al*., 2002 and Ashornejad & Ghasemnejad, 2012) مشاهده شده است. بنابراین به‌منظور کاهش ضایعات پس از برداشت فلفل دلمه‌ای، در این پژوهش اثر پوشش‌های کیتوزان و سلوفان طی 14 و 28 روز انبارمانی بر برخی خواص کیفی و بیوشیمیایی فلفل دلمه‌ای رقم "California wonder" در انبار مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

اعمال تیمارها

میوه‌های فلفل دلمه‌ای رقم کالیفرنیا واندر از مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ایلام در تابستان 1392، در مرحله بلوغ مناسب (بر اساس اندازه و سفت شدن بافت میوه با وزن تقریبی 175 گرم) برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد(شکل 1). تعداد 30 عدد میوه برای اندازه‌گیری شاخص‌ها در زمان برداشت در سه تکرار اختصاص یافت. تیمارها شامل شاهد (بدون هیچگونه پوشش)، کیتوزان یک درصد، سلوفان (به تنهایی) و کیتوزان یک درصد+ سلوفان (تیمار ترکیبی) بود. برای این کار ابتدا تمامی میوه‌ها در محلول هیپوکلریت سدیم 0/1 درصد غوطه‌ور و سپس توسط آب مقطر شستشو داده شدند. پس از خشک شدن، میوه‌های تیمار کیتوزان و شاهد به‌ترتیب در داخل کیتوزان 1 درصد و آب به مدت دو دقیقه غوطه‌ور شدند (شکل 2) و پس از خشک شدن در دمای آزمایشگاه در داخل سبد پلاستیکی بدون هیچگونه پوششی قرار گرفتند (Kyu Kyu Win *et al*., 2007). تیمار سلوفان نیز به این صورت اعمال گردید که میوه‌ها پس از قرار گرفتن در داخل سبدهای پلاستیکی میوه توسط پوشش سلوفان تجاری رایج در بازار پوشش داده شدند، به‌طوری که کمترین تبادلات گازی و رطوبتی با محیط داشته باشند (شکل 2).



شکل 1- مراحل آماده سازی میوه فلفل دلمه‌ای جهت انجام آزمایش



تیمار سلوفان　　　　　تیمار کیتوزان

شکل 2- اعمال تیمارهای سلوفان و کیتوزان برای بررسی برخی خواص کیفی و بیوشیمیایی فلفل دلمه‌ای در انبار

تعداد میوه موجود در هر واحد آزمایش 10 عدد بود که در انبار 10 درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی 90-85 درصد نگهداری شدند. میوه‌ها پس از 14 و 28 روز از انبار خارج شده و به مدت 48 ساعت در دمای معمولی (25 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی 60-50 درصد) و مشابه شرایط خرده‌فروشی این محصول در بازار نگهداری شدند، سپس شاخص‌های کیفی و بیوشیمیایی میوه ارزیابی شد.

صفات مورد ارزیابی

کاهش وزن میوه‌ها به‌صورت اختلاف وزن میوه‌ها قبل از انبارمانی و پس از پایان انبارمانی برحسب درصد به‌وسیله ترازوی دیجیتال دنور[1] با دقت 0/01گرم (مدل N0510066) محاسبه گردید. شدت پوسیدگی قارچی میوه‌ها به‌صورت مشاهده‌ای و در محدوده صفر تا چهار نمره دهی شد (Nyanjage *et al*., 2005). صفر بدون پوسیدگی قارچی و چهار بیشترین شدت پوسیدگی را شامل شد و پس از محاسبه در نهایت برحسب درصد گزارش گردید. بازارپسندی میوه‌ها نیز به‌صورت مشاهده‌ای و در محدوده یک تا چهار تعیین شد. مبنای کاهش بازارپسندی میزان تغییر رنگ، نقصان ظاهر میوه و میزان چروکیدگی بافت میوه در نظر گرفته شد. نمره یک به کمترین و نمره چهار به بیشترین بازارپسندی اختصاص یافت و در پایان برحسب درصد گزارش شد. سفتی بافت میوه توسط دستگاه سفتی‌سنج دستی FTP (مدلFT-011) با پرابی به قطر پنج ملی‌متر و بر حسب نیوتن بر مترمربع، مقدار مواد جامد محلول با استفاده از دستگاه رفراکتومتر دستی (مدل ATAGO, ATC-1e) در دمای اتاق و برحسب درجه بریکس، درصد اسیدیته قابل تیتر از طریق تیتراسیون عصاره میوه با سود 0/1 نرمال تا رسیدن به pH نهایی 8/2 و بر اساس غالبیت اسید سیتریک اندازه‌گیری شد (Shabani *et al*., 2011).

برای اندازه‌گیری مقدار اسید آسکوربیک میوه از روش تیتراسیون با محلول دی‌کلرو فنل‌ایندوفنل استفاده شد (Ranganna, 1997). اندازه‌گیری فنل کل نیز به روش معرف فولین سیوکالتیو انجام گرفت. برای این منظور یک گرم بافت میوه به کمک نیتروژن مایع فریز و سپس توسط هاون پودر شد و 10 میلی‌لیتر متانول خالص برای استخراج ترکیبات فنلی برای مدت 5 دقیقه به آن اضافه شد. سپس عصاره‌ها در 10000 دور به مدت 20 دقیقه در دمای 4 درجه سانتی‌گراد سانتریفوژ شدند. پس از سانتریفوژ 125 میکرولیتر از محلول رویی با آب مقطر به حجم 500 میکرولیتر رسانیده شده و 2500 میکرولیتر معرف فولین و پس از گذشت پنج دقیقه 2000 میکرولیتر محلول کربنات سدیم اشباع نیز به آن اضافه شد. میزان جذب نمونه‌های حاصل پس از گذشت یک ساعت در طول موج 760 نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر سینکو[2] (مدل S-3100) قرائت شد و میزان فنل کل نمونه‌ها بر اساس استاندارد اسیدگالیک محاسبه گردید(Shabani *et al*., 2011)

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بافت میوه از طریق خاصیت خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد DPPH[3] تعیین گردید (Miliauskas *et al*., 2004). برای این منظور 0/2 گرم از بافت میوه به‌وسیله نیتروژن مایع در داخل هاون چینی پودر شد و سپس 10 میلی‌لیتر متانول خالص به آن اضافه شد و همگن گردید. عصاره حاصل در 10000 دور سانتریفوژ شد و سپس 10 میکرولیتر عصاره متانولی به 1900 میکرولیتر محلول DPPH اضافه شد و به مدت 30 دقیقه در تاریکی به‌منظور رسیدن محلول به حالت یکنواخت قرار گرفت. میزان جذب نمونه‌ها در 515 نانومتر توسط اسپکتروفتومتر قرائت و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها به‌صورت درصد بازدارندگی DPPH براساس فرمول زیر محاسبه شد، که DPPHsc درصد بازدارندگی، A_{sam} میزان جذب (DPPH + نمونه)

1 DENVER

2 Scinco

3 Diphenyl-2-Picrylhydrazyl

و A_{con} میزان جذب DPPH می‌باشد.

$$DPPHsc = (1-(A_{sam}/ A_{con})) \times 100 \quad (1)$$

برای اندازه‌گیری مقدار کلروفیل a، b و کل و مقدار کاروتنویید میوه، یک گرم از بافت میوه در پنج میلی‌لیتر استون 80 درصد در داخل هاون چینی همگن شده و پس از سانتریفوژ در 5000 دور به مدت ده دقیقه، جذب عصاره در طول موج‌های 470، 646 و 663 نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید و محاسبات با استفاده از فرمول‌های زیر انجام شد (Xing *et al*., 2011).

(2) (12/25A663-2/79A646) =کلروفیلa (میلی‌گرم برلیتر)

(3) (21/50A646-5/10A663) = کلروفیلb (میلی‌گرم برلیتر)

(4) (کلروفیلb + کلروفیلa)=کلروفیل کل (میلی‌گرم برلیتر)

سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز با محاسبه کاهش جذب H_2O_2 در طول موج 240 نانومتر و سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز با استفاده از گایاکل و اندازه‌گیری میزان جذب تتراگایاکل تشکیل شده از گایاکل در نتیجه فعالیت پراکسیداز در طول موج 470 نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر به روش ذکر شده در زینگ و همکاران (2011) محاسبه گردید.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

آزمایش به‌صورت فاکتوریل(فاکتور اول تیمارها بودند که دارای چهار سطح: شاهد، سلوفان، کیتوزان یک درصد و سلوفان+ کیتوزان یک درصد و فاکتور دوم مدت انبارمانی شامل سه سطح: قبل از انبارمانی، 14 و 28 روز بود) در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. داده‌ها پس از جمع‌آوری و بررسی نرمال بودن توسط نرم‌افزار آماری SAS (نسخه 9/2) تجزیه شده و برای مقایسه اختلاف بین میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری یک درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارها و دوره انبارمانی برای تمامی صفات مورد بررسی معنی‌دار گردید، ولی اثر آن بر میزان کلروفیل بافت میوه معنی‌دار نبود. اثرات متقابل تیمار و دوره انبارمانی نیز برای صفاتی چون کاهش وزن، پوسیدگی قارچی، اسید قابل تیتر و فعالیت آنزیم پراکسیداز معنی‌دار گردید (جدول 1).

جدول1- تجزیه واریانس اثر پوشش کیتوزان و سلوفان بر برخی خواص کیفی و بیوشیمیایی میوه‌های فلفل دلمه‌ای در انبار

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		کاهش وزن	پوسیدگی قارچی	بازارپسندی	سفتی	موادجامد محلول	اسیدقابل تیتر	اسید/ قند	اسید آسکوربیک
تیمار	3	48/95**	30/80**	182/11*	0/11*	0/01**	0/009*	0/44*	38/05**
دوره انبارمانی	2	406/46**	449/19**	3083/50**	0/71**	1/04**	0/12**	4/40**	645/06**
تیمار× دوره انبارمانی	6	35/38**	20/89*	75/17ns	0/05ns	0/005ns	0/01*	0/46ns	68/53ns
خطای آزمایش	24	6/78	5/80	58/27	0/02	0/07	0/005	0/19	69/22
ضریب تغییرات	-	14/86	16/74	8/64	5/41	4/95	6/55	9/17	10/13

ادامه جدول 1- تجزیه واریانس اثر پوشش کیتوزان و سلوفان بر برخی خواص کیفی و بیوشیمیایی فلفل دلمه‌ای در انبار

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		ظرفیت آنتی‌اکسیدانی	فنل کل	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کارتنوئید	کاتالاز	پراکسیداز
تیمار	3	84/84**	5/76*	2/49ns	0/97ns	6/54ns	0/28 ns	1/67*	0/0003*
دوره انبارمانی	2	267/03**	65/57**	1/65ns	0/46ns	3/47 ns	0/60 ns	509/85**	0/13**
تیمار×دوره انبارمانی	6	33/67ns	5/70ns	1/44ns	0/38ns	3/20ns	0/12ns	1/43ns	0/0001*
خطای آزمایش	24	33/18	2/69	1/38	0/35	3/11	0/06	0/48	0/00006
ضریب تغییرات	-	12/83	5/53	15/75	16/60	15/91	14/79	12/30	8/94

* و ** معنی‌داری در سطح پنج و یک درصد آزمون دانکن و ns عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.

نتایج اثر تیمارهای آزمایشی بر کاهش وزن میوه‌های فلفل دلمه‌ای در انبار

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش طول دوره انبارمانی کیفیت میوه‌ها کاهش یافت ولی اعمال تیمارها باعث حفظ کیفیت میوه‌ها نسبت به شاهد شدند. نتایج نشان داد با افزایش مدت انبارمانی، کاهش وزن افزایش یافت ولی تیمارهای سلوفان و تیمار

ترکیبی (کیتوزان یک درصد+ سلوفان) باعث کاهش افت وزن میوه‌ها شدند، هرچند که بین تیمار کیتوزان 1 درصد و شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید(جدول 2). افزایش در افت وزن می‌تواند ناشی از افزایش تعرق و تنفس میوه در طول انبارمانی باشد. همچنین مصرف ترکیبات کربوهیدارتی، اسیدها و قندها در طول انبارمانی نیز می‌تواند باعث کاهش وزن میوه‌ها شده باشد. ولی با این حال تیمارهای دارای پوشش سلوفان از کاهش وزن کمتری برخوردار بودند. به‌نظر می‌رسد تیمار سلوفان با ایجاد فضایی با رطوبت نسبی بالا و همچنین به دلیل کاهش تبادلات گازی بین میوه و محیط پیرامون و تعدیل اتمسفر داخلی فضای بسته‌بندی، باعث کنترل تنفس و کاهش شدت تعرق در میوه‌ها شده و کاهش وزن در این میوه‌ها را تعدیل نموده است. گزارش‌های مشابه برای هویج (Rashidi *et al*., 2009)، پرتقال (Ahmad *et al*., 1989) و ازگیل ژاپنی(Ding *et al*., 2002) نشان می‌دهد که کاهش سرعت تعرق و تنفس در میوه‌های بسته‌بندی شده با پوشش سلوفان بوسیله کنترل اتمسفر فضای بسته‌بندی و کاهش تنفس و تعرق باعث جلوگیری از کاهش وزن زیاد می‌شود.

نتایج اثر تیمارهای آزمایشی بر پوسیدگی قارچی و بازارپسندی میوه‌های فلفل دلمه‌ای در انبار

بیشترین میزان پوسیدگی‌قارچی(6/27 درصد) در تیمار سلوفان دیده شد در حالی‌که بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. همچنین بیشترین بازارپسندی مربوط به تیمار ترکیبی (93/61 درصد) و در رتبه دوم تیمار کیتوزان یک درصد (90/27 درصد) بود (جدول 2). باتوجه به نتایج به‌نظر می‌رسد که تیمار سلوفان با ایجاد یک فضای با رطوبت نسبی بالا شرایط را برای رشد عوامل بیماری‌زا فراهم می‌کند، ولی در تیمار ترکیبی (سلوفان + کیتوزان یک درصد) وجود پوشش ضدمیکروبی کیتوزان مانع از رشد عوامل پوسیدگی قارچی در این محیط اشباع از رطوبت شده است. کیتوزان یک ماده ضدمیکروبی است که خواص ضدمیکروبی وسیعی در مقابل باکتری‌های گرم مثبت و منفی و قارچ‌ها نشان می‌دهد (Kumar *et al*., 2005).در پژوهش‌های مشابه کنترل پوسیدگی قارچی در پس از برداشت و کاهش ضایعات میوه‌های فلفل دلمه‌ای (Xing *et al*., 2011) و گوجه‌فرنگی (Liu *et al*., 2006) به خاصیت ضدمیکروبی کیتوزان بر کنترل عوامل بیماری‌زا نسبت داده شده است.

سازوکار فعالیت ضدمیکروبی کیتوزان هنوز به‌طور کامل مشخص نشده است ولی از جمله سازوکارهایی که ارایه شده است؛ برهمکنش میان بارهای مثبت کیتوزان و بارهای منفی روی غشاهای سلولی میکروبی است که با اتصال تجمعی در سطح غشای سلول‌های میکروبی باعث نشت ترکیبات پروتئینی و دیگر ترکیبات درون سلولی و در نهایت مرگ سلول میکروبی می‌شود (Fang *et al*., 1994). دیگر سازوکار پیشنهاد شده عبارت است از تعامل محصولات حاصل از آبکافت با DNA میکروبی و ممانعت از سنتز mRNA و پروتئین در عامل میکروبی که مانع از رشد و گسترش آن می‌شود (Hadwiger &Loschke, 1981). همچنین پوشش سلوفان با تغییر اتمسفر درونی و میزان اکسیژن و دی‌اکسیدکربن در اطراف میوه باعث کاهش تنفس می‌شود و رسیدن و فرایند پیری میوه را به تعویق می‌اندازد (Ashornejad & Ghasemnejad,2012).

با افزایش مدت انبارمانی میزان پوسیدگی قارچی افزایش و بازارپسندی میوه‌ها کاهش یافت. باتوجه به نتایج فوق، افزایش پوسیدگی قارچی در تیمار سلوفان باعث شد که این تیمار از نظر بازارپسندی نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری نداشته باشد، ولی کاهش پوسیدگی قارچی توسط تیمار کیتوزان باعث شد که تیمار کیتوزان به تنهایی و هم در ترکیب با پوشش سلوفان از بازارپسندی بیشتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار باشد. اثر مثبت کیتوزان بر حفظ کیفیت و بازارپسندی بیشتر میوه‌ها و سبزیجاتی چون توت فرنگی، خیار، فلفل دلمه‌ای و سیب به اثر ضدمیکروبی کیتوزان و همچنین کنترل تنفس از طریق بستن روزنه‌های سطح میوه نسبت داده شده است (Bourtoom, 2008).

نتایج اثر تیمارهای آزمایشی بر سفتی بافت، مواد جامد محلول، اسید قابل تیتر و نسبت قند به اسید میوه‌های فلفل دلمه‌ای در انبار

کمترین سفتی بافت با 2/97 نیوتن بر مترمربع مربوط به میوه‌های شاهد (بدون پوشش) بود در حالی‌که بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. پس از 28 روز انبارمانی سفتی بافت میوه‌ها از 3/29 به 2/85 نیوتن بر مترمربع کاهش یافت. کمترین میزان مواد جامد محلول در تیمار ترکیبی(کیتوزان یک درصد+ سلوفان) دیده شد، ولی بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. همه تیمارهای آزمایشی باعث حفظ اسید قابل تیتراسیون شدند. همچنین اسید قابل تیتراسیون پس از 14 روز انبارمانی ابتدا افزایش یافت و پس از 28 روز انبارمانی کاهش یافت. کمترین نسبت قند به اسید مربوط به تیمار ترکیبی بود و بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول2).

حفظ بهتر سفتی بافت توسط تیمارها می‌تواند به دلیل اثر بر کاهش افت وزن و حفظ بهتر تورژسانس سلولی باشد (Rao *et al*., 2011). نتایج نشان داد تیمارهایی که کاهش وزن بیشتری داشتند از مواد جامد محلول بیشتری نیز برخوردار بودند که این می‌تواند به دلیل کاهش آب میوه و تغلیظ این مواد در طی زمان انبارمانی میوه‌ها باشد (Mostofi *et al*., 2011). کاهش میزان اسید میوه بیانگر رسیدن و

زوال آن است که کاهش اسید قابل تیتر در میوه پس از 28 روز انبارمانی به مصرف آن در چرخه کربس ارتباط دارد، که با افزایش طول دوره انبارمانی اسیدها به‌عنوان یکی از ترکیبات ذخیره‌ای جهت تأمین انرژی مورد نیاز میوه در فرایند تنفس مصرف می‌گردند، ولی تیمارها در این آزمایش با ایجاد اتمسفر تغییر یافته در فضای بسته‌بندی میوه‌ها در انبار، اکسایش اسیدها را به تعویق انداختند (Chung & Passos, 1993 & Nyanjage et al., 2005). گزارش شده که ایجاد اتمسفر تغییریافته در فضای بسته‌بندی محصول، سرعت تنفس، رسیدن و فرایند پیری میوه را به تعویق می‌اندازند که این عوامل می‌تواند باعث حفظ ترکیبات داخلی میوه‌ها در زمان نگهداری در انبار شود (Chung & Passos, 1993 & Cong *et al*., 2007). نتایج به‌دست آمده از این پژوهش مشابه نتایج محققین دیگر می‌باشد که گزارش کردند تیمار سلوفان باعث حفظ سفتی و مواد جامد محلول در هویج (Nyanjage *et al*., 2005) اسید قابل تیتر و سفتی بیشتر و نسبت قند به اسید کمتر در پرتقال (Ahmad *et al*., 1989) در طول زمان انبارمانی می‌شود. همچنین اثر بهبود بخش پوشش کیتوزان بر حفظ سفتی، اسیدقابل تیتر، مواد جامد محلول و نسبت قند به اسید در میوه‌های فلفل دلمه‌ای (Xing *et al*., 2011)، توت‌فرنگی (Hernandez Monoz *et al*., 2008)، خیار (Ben-shalom *et al*., 2003) و انگور (Mostofi *et al*., 2011) توسط محققین دیگر گزارش شده است.

جدول2- اثر تیمارهای آزمایشی بر کاهش وزن، پوسیدگی قارچی، بازارپسندی، سفتی بافت، مواد جامد محلول، اسید قابل تیتر و نسبت قند به اسید میوه‌های فلفل دلمه‌ای در انبار

تیمار	کاهش وزن (٪)	پوسیدگی قارچی(٪)	بازارپسندی (%)	سفتی بافت (N/m²)	موادجامدمحلول (%)	اسیدقابل تیتر (%)	اسید/ قند
شاهد(بدون پوشش)	8/62a*	3/69b	85/27b	2/97b	5/46a	1/08b	5/16a
کیتوزان یک درصد	7/77a	1/77b	90/27ab	3/14a	5/41ab	1/12ab	4/84ab
سلوفان	4/63b	6/27a	83/88b	3/16a	5/41ab	1/15a	4/72ab
کیتوزان یک درصد +سلوفان	3/85b	3/61b	93/61a	3/24a	5/37b	1/15a	4/67b
قبل از انبارمانی	0c	0b	100a	3/29a	5/03b	1/10b	4/57b
14 روز انبارمانی	7/13b	0/62b	94/79a	3/25a	5/50a	1/24a	4/43b
28روز انبارمانی	11/53a	10/89a	70b	2/85b	5/71a	1/04b	5/54a

***:** میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال یک درصد آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

نتایج اثر تیمارهای آزمایشی بر اسیدآسکوربیک، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و فنل کل میوه‌های فلفل دلمه‌ای در انبار

مقدار اسیدآسکوربیک در میوه‌ها پس از 28 روز انبارمانی کاهش یافت ولی تمامی تیمارها باعث حفظ اسیدآسکوربیک در میوه‌ها نسبت به شاهد شدند به‌طوری‌که کمترین میزان اسیدآسکوربیک در شاهد معادل 79/45 میلی‌گرم در 100 گرم بافت میوه بود. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در طی انبارمانی کاهش یافت ولی تیمار ترکیبی (سلوفان+ کیتوزان) بهتر از سایر تیمارها باعث حفظ ظرفیت آنتی‌اکسیدانی شد به‌طوری‌که بیشترین و کمترین میزان آن در میوه‌های تیمار ترکیبی و شاهد معادل 41/08 و 49/20 درصد بود. فنل کل نیز ابتدا پس از 14 روز انبارمانی افزایش و سپس کاهش یافت ولی تیمار ترکیبی و شاهد به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان فنل کل بودند. اسیدآسکوربیک یکی از مهمترین ترکیبات میوه‌ها و سبزیجات می‌باشد که در برابر اکسید شدن بسیار حساس است. این ترکیب به همراه سایر ترکیبات مانند فنل‌ها ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه را تشکیل می‌دهند که حفظ این ترکیبات باعث افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌ها می‌شود (Akhtar *et al*., 2010). پوشش نیمه تراوای کیتوزان و همچنین فیلم سلوفان اتمسفر درونی میوه را تغییر داده و میزان اکسیژن را کم و دی‌اکسید کربن اطراف میوه را افزایش می‌دهند (Lerdthanangkul & Krochta, 1996) که کاهش تبادلات گازی محصول با محیط اطراف، از جمله کاهش اکسیژن ورودی به میوه منجر به کاهش اکسیداسیون اسیدها، فنل‌ها و سایر ترکیبات مانند اسیدآسکوربیک می‌گردد (Xing *et al*., 2011). بنابراین حفظ بهتر ترکیبات فنلی، اسیدآسکوربیک و افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه در اثر تیمارهای کیتوزان و سلوفان به کاهش اکسیداسیون سلولی مرتبط می‌باشد. مشابه نتایج این پژوهش گزارش شده است که تیمار کیتوزان منجر به حفظ اسیدآسکوربیک و ترکیبات فنولیک در میوه‌های گوجه‌فرنگی و فلفل دلمه‌ای در انبار می‌گردد (Liu *et al*., 2006 & Xing *et al*., 2011). همچنین نتایج محققین دیگر نشان می‌دهد که تیمار سلوفان با ایجاد فضایی با اتمسفر تعدیل یافته در اطراف میوه و کاهش تنفس

و تعرق میوه، باعث حفظ اسیدآسکوربیک و افزایش ظرفیت آنتی-اکسیدانی و سایر خصوصیات کیفی در میوه ازگیل ژاپنی (Ashornejad & Ghasemnejad, 2012) و پرتقال (Ahmad *et al.*, 1989) در طول زمان انبارمانی می‌شود.

نتایج اثر تیمارهای آزمایشی بر فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز میوه‌های فلفل دلمه‌ای در انبار

مقدار فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز با افزایش انبارمانی کاهش یافت، ولی تیمارهای کیتوزان یک درصد و ترکیبی باعث حفظ این آنزیم‌ها در طی انبارمانی شد (جدول3). در شرایط تنش در گیاه به‌طور طبیعی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی از جمله آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز افزایش می‌یابد. این ترکیبات آنتی‌اکسیدانی با حذف رادیکال‌های آزاد موجب جلوگیری از خسارت به بافت‌های گیاهی می‌شوند (Jayaprakasha *et al.*, 2007 & Xu *et al.*, 2009). با قطع ارتباط بافت میوه با گیاه مادری و افزایش تنش در طول دوره انبارمانی، میزان مواد ذخیره‌ای و پیش‌ماده‌های آنتی‌اکسیدانی نیز کاهش می‌یابد، در نتیجه محتوای آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و سایر ترکیبات در بافت میوه همانند پژوهش حاضر در طول دوره انبارمانی نسبت به زمان قبل از انبارمانی کاهش می‌یابد. در این پژوهش همانند نتایج Ding و همکاران (2002) برای میوه ازگیل ژاپنی و همچنین Xing و همکاران (2011) برای میوه فلفل دلمه‌ای، تیمارهای آزمایشی باعث کاهش تنش وارد شده به میوه در طول مدت انبارمانی شدند و باعث حفظ بیشتر آنزیم کاتالاز، پراکسیداز و سایر ترکیبات آنتی‌اکسیدانی از جمله اسیدآسکوربیک، فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نسبت به شاهد در طول دوره انبارمانی شدند (Xing *et al.*, 2011 & Ding *et al.*, 2002).

جدول3- اثر تیمارهای آزمایشی بر اسیدآسکوربیک، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، فنل کل و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز میوه‌های فلفل دلمه‌ای در انبار

تیمار	اسیدآسکوربیک(mg/100gr)	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی(٪)	فنل کل(mg/100gr)	کاتالاز (U. g-1)	پراکسیداز (U. g-1)
شاهد (بدون پوشش)	79/45b*	41/08c	28/62b	22/44ab	0/164b
کیتوزان یک درصد	83/29a	44/75b	29/63ab	22/34ab	0/172ab
سلوفان	81/52ab	43/53b	29/81ab	21/81b	0/167b
کیتوزان یک درصد+ سلوفان	84/08a	49/20a	30/56a	22/86a	0/177a
در زمان برداشت	85/04a	49/93a	30/16b	26/18a	0/28a
14 روز انبارمانی	85/48a	44/16b	31/70a	26/08a	0/12b
28روز انبارمانی	73/74b	40/58b	27/10c	14/84b	0/09c

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال یک درصد آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج حاضر مشخص شد که استفاده از تیمارهای سلوفان و کیتوزان باعث حفظ کیفیت میوه فلفل دلمه‌ای در انبار می‌شود، ولی به دلیل رطوبت بالای انبار و همچنین ایجاد فضایی با رطوبت اشباع در تیمار سلوفان میزان آلودگی‌های قارچی در این تیمار افزایش می‌یابد هرچند در تیمار ترکیبی (سلوفان+ کیتوزان یک درصد) وجود کیتوزان به‌عنوان یک ترکیب ضدمیکروبی باعث جلوگیری از ایجاد آلودگی‌های قارچی در فضای بسته‌بندی گردید. لذا توصیه می‌شود هنگام استفاده از پوشش سلوفان رطوبت انبار را کاهش داده یا از مواد ضد میکروبی همانند کیتوزان استفاده گردد.

منابع

Ahmad, M., Shah, Z., Durrani, J., Chaudhry, M. A. & Khan, E., 1989, Effect of film packaging physicochemical characteristics of blood red oranges during storage at room conditions, *Journal of Pak. Agric. Res.*, 10:66-73

Akhtar, A., Abbasi, N. A. & Hussain, A., 2010, Effect of calcium chloride treatments on quality characteristics of loquat fruit during storage, *Journal of Pak. Bot.*, 42:181-188.

Antonio, P., Salvator, D., Agabbio, S. & Giovanni, C.,1996, Effect of packaging and coating on fruit quality changes of loquat during three cold storage regimes, *Journal of Hort. Sci*., 10(3): 120-125.

Ashornejad, M. & Ghasemnejad, M., 2012, Effect of packaging with cellophane and cold storage on quality and shelf life of Japanese Medlar fruit, *Iranian Journal of Nutr. Sci. & Food Technol*., 7(2):95-375.

Ben-shalom, N., Ardi, R., Po, R., Aki, C. & Falik, E., 2003, Controlling gray mould caused by Botrytis cinerea in

cucumber plants by means of chitosan, *Journal of Crop Prot.*, 22: 285-290.
Bourtoom, T., 2008, Edible films and coatings: characteristics and properties, *Int. Food Res. Journal*, 15(3): 237-248.
Chung, H. D., Cheour, F. & Passos, A., 1993, Effect of foliar application of calcium chloride on shelf life and quality of strawberry fruits, *Journal of Hort. Sci*., 34(1):7-15.
Cong, F., Zhang, Y. & Dong, W., 2007, Use of surface coatings with natamycin to improve the storability of Hami melon at ambient temperature, *Journal of Postharvest Biol. and Technol*., 46: 71-75.
Daneshvar, M. H.,2009, Vegetables Growing. Shahid Chamran Uni. Press, 462p. (In Persian).
Ding, C. K., Chachin, K., Ueda, Y., Imahori, Y. & Wang, C. Y., 2002, Modified atmosphere packaging maintains postharvest quality of loquat fruit, *Journal of Postharvest Biol. and Technol*, 24:341-348.
Fang, S. W., Li, C. F. & Shih, D. Y. C., 1994, Antifungal activity of chitosan and its preservative effect on low-sugar candied Kumquat. *Food Protect*., 54: 136-140.
Hadwiger, L. & Loschke, D., 1981, Molecular communication in host-parasite interaction: hexosamin polymera (chitosan) as regulator compounds in race specific and other interaction. *Phytopathology*, 71: 756-762.
Hernandez Monoz, P., Almenar, E., Delvalle, V., Velez, D. & Gavara, D., 2008, Effect on chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry quality during refrigerated storage, *Journal of Food Chem*., 110:428- 435.
Jayaprakasha, G. K., Negi, P. S., Jena, B. S. & Rao, L. J. M., 2007, Antioxidant and antimutagenic activities of Cinnamomum zeylanicum fruit extracts, *Journal of Food Comp. and Anal*., 20:330–336.
Kumar, A. V. B., Varadaraj, M. C., Gowda, L. R. & Tharanathan, R. N., 2005, Characterization of Chito-oligosaccharides prepared by chitosanolysis with the aid of papain and pronase, and their bactericidal action against Bacillus cereus and Escherichia coli, *Journal of Bioche*., 391:167-175.
KyuKyuWin, N., Jitareerat, P., Kanlayanarata, S. & Sangchote, S. 2007. Effects of cinnamon extract, chitosan coating, hot water treatment and their combinations on crown rot disease and quality of banana fruit. *Journal of Postharvest Biol. Technol*., 45: 333-340.
Lerdthanangkul, S. & Krochta, J. M., 1996, Edible coating effects on postharvest quality of green Bell peppers, *Journal of Food Scie.*, 61: 176-179.
Liu, J., Tian, S., Meng, X. & Xu, Y., 2006, Effect of chitosan on control of postharvest diseases and physiological responses of tomato fruit, *Journal of Postharvest Biol. and Technol*., 44:300-306.
Miliauskas, G., Venskutonis, P. R. & Van Beek, T. A., 2004, Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts, *Journal of Food Chem*., 85: 231-237.
Mostofi, Y., Dehestani Ardakani, M. & Razavi, S. H., 2011, The effect of chitosan on postharvest life extension and qualitative characteristics of table grape "Shahroodi", *Iranian Journal of Sci. and Technol*., 8: 93-102.
Nyanjage, M.O., Nyalala, S. P. O., Illa, A. O., Mugo B, W., Limbe, A. E. & Valimu, E. M., 2005, Extending post-harvest life of sweet pepper (*Capsicum annuum* L. "*California Wonder*") with modified atmosphere packaging and storage temperature, *Journal of Agri. Trop. et Subtrop*., 38: 28-34.
Rabea Entsar, I., Badawy Mohamed, E. T., Christian, V., Guy, S. & Steurbaut, W, 2003, Chitosan as antimicrobial agent: application and mode of action, *Journal of Biomacromolecules*, 4:1457-1465.
Ramana, T.V.R., Neeta, B.G. & Khlana, K. S., 2011, Effect of postharvest treatments and storage temperatures on the quality and shelf life of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.), *Journal of Scientia Hort*., 132:18-26.
Ranganna, S., 1997, Manual of analysis of fruit and vegetable products, Tata McGraw Hill Publishing Company, New *Delhi*, India, PP:80-82.
Rao, T. V. R., Gol N B & Shah, K. K., 2011, Effect of postharvest treatments and storage temperatures on the quality and shelf life of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.), *Journal of Scientia Hort*, 132:18-26.
Rashidi, M., Hosseini Bahri, M. & Abbassi, S., 2009, Effects of relative humidity, coating methods and storage periods on some qualitative characteristics of carrot during cold storage, *Journal of American-Eurasian Agric. Environ. Sci*., 5 (3):359-367.
Sakaldas,M. & Kaynas, K. 2010. Biochemical and quality parameters changes of green sweet bell peppers as affected by different postharvest treatments. *Afr. J. Biotechnol*., 9: 8174-8181.
Shabani, T., Peyvast, Gh. & Olfati, J., 2011, Effect of substrates on quantitative and qualitative characteristics of three varieties of sweet pepper in soilless culture, *Iranian Journal of Greenhouse Culture Sci. and Technol*., 25(4): 369-375.
Shahidi, F., Archchi, J. K. & You-Jin, J., 1999, Food application of chitin and chitosan, *Journal of Food Sci. and Technol.*, 10:37-71.
Xing, Y., Li, X., Xu, Q., Yun, J., Lu, Y. & Tang, Y., 2011, Effects of chitosan coating enriched with cinnamon oil on qualitative properties of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.), *Journal of Food Chem*. 124:1443-1450.
Xu, W. T., Peng, X., Luo, Y. B., Wang, J., Guo, X. & Huang, K. L., 2009, Physiological and biochemical responses of grape fruit seed extract dip on 'Redglobe' grape, *Journal of LWT-Food Sci. and Technol*., 42:471–476.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 13, No. 5, Dec- Jan 2018, p. 720-729

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 13، شماره 5، آذر - دی 1396، ص. 729-720

Effect of Cellophane and Chitosan Coatings on Qualitative and Biochemical Characteristics of Sweet Pepper, Cultivar "California wonder" during Storage

M. Mohammadi[1] , M. Saidi *[2], O.Khademi [3]

Received: 2016.05.24
Accepted: 2016.10.22

Introduction: Bell pepper (*Capsicum annuum* L.) from Solanaceae family is one of the most important vegetables which are fruit pods on the capsicum plant grown for their sweet fruits and delicate peppery flavor they extend to the recipes. Sweet pepper contains an impressive list of plant nutrients that found to have disease preventing and health promoting properties. Unlike in other fellow chili peppers, it has very less calories and fats. 100 g provides just 31 calories. Because of their versatility, low calories, intense flavor and high concentration of vitamins, sweet peppers are a great snack raw and an easy addition to many different recipes.In recent years extending shelf-life of this perishable vegetable has been accomplished (Banaras *et al.*, 2005). The losses in vegetable quality and quantity between harvest and consumption affect the crop productivity. It is estimated that the magnitude of the postharvest losses of fresh horticultural crops is from 5 to 25% in developed countries and of 20 to 50% in developing countries. Fresh peppers are often eaten raw and supplied pre-cut to manufacturers as ready-to-use ingredients. However, the main problems limiting their shelf life occur by shriveling, decay development on the cut surface, as well as degreening of the vegetable among different degraded quality characteristics (Sakaldas and Kaynas, 2010). Those problems are correlated to an undesirable loss of water during metabolism or diffusion through the skin and respiration. Temperature management is the most effective tool for extending the shelf life of fresh horticultural commodities. Nowadays, to reduce high losses and keeping product's quality, in addition to lowering temperature, coating and packing must be noticed. Therefore, in this study, dipping in chitosan solution and coatings by edible Chitosan was assayed to improve quality of sweet peppers storability during cold storage.

Materials and methods: Plant material and sample preparation: Green peppers obtained from a Research farm, College of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran were used in the present study. The fruits were sanitized with hyperchlorinated water (1 mL/L) and rinsed with tap water. Peppers were divided in random into different group for chitosan treatments. Treatments and storage condition: The green peppers were dipped for 2 min into a solution either 0% (control) or 1% (w/v) chitosan (Chitosan, 80-95% deacetylation degree, medium molecular weight). The coating solution was prepared by dispersing 0 and 10 g of chitosan powder into 1L of distilled water containing 1% (v/v) glacial acetic acid (Kyu Kyu Win et al., 2007) and final pH of the solution adjusted to pH 5.0. After being air dried for 2 hrs. at room Temperature, ten similar sizes fruits were placed in each plastic crate, tightly closed by cellophane films and stored at 10°C, 85-90% relative humidity to be later assessed for further analyses intended for 14 and 28 days. The control samples of ten untreated fruits per crate were kept unsealed under similar environmental conditions of temperature and relative humidity separately. The current study carried out as a factorial assay on the basis of a RCBD with three replications during 2013-2014 at Ilam University. The main factor was included of four treatments (control, Chitosan coating, Cellophane sealing and Chitosan coating + Cellophane sealing) and the sub factor was included of storage period duration (14 and 28 days). Data were subjected to ANOVA using SAS software version 9.2. Verification of significant differences was done using Duncan's Test at 5% probability level.

Results and Discussion: Results showed that fruits quality declines with long storage, but treatments with Cellophane and Chitosan decreased weight loss and kept firmness, TSS, titratable acidity, sugar/acid ratio, ascorbic acid, antioxidant activity, total phenol, and catalase and peroxidase enzymes better than control. Furthermore, for most of the traits no significant difference was observed between treatments, although cellophane coating recorded more fungal infection and lower marketability. Shelf life enhancement by Chitosan has been already reported on carrot, orange and Japanese Medlar (Rashidi *et al*., 2009, Ahmad *et al*., 1989 &

1. PhD Student, Department of Horticulture, College of Agriculture, Zanjan University, Zanjan, Iran
2. Associate Professor, Department of Horticulture, College of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
3- Assist. Professor, Department of Horticulture, College of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran
(*Corresponding Author: msaidi@ilam.ac.ir)

Ding *et al*., 2002) through its antimicrobial activity (Xing *et al*., 2011) and suppressing respiration by blocking stomata. It has been reported that both edible and nonedible coverage (such as chitosan and cellophane) of fruits can provide a modified atmosphere surround them which results in decreasing the rate of their maturity and senesces. Taking overall quality into consideration, the best treatment was joint application of cellophane and chitosan. That treatment appears to be an effective method for improving the postharvest quality of peppers which could more effectively preserved quality and biochemical characteristics. These fruits remained hydrated, green and had good visual appearance after storage. The low rate of respiration of these fruits may also account for the retention of pepper quality.

Key words: Post harvest, Fruit rot, California Wander, Quality, Fruit softening.